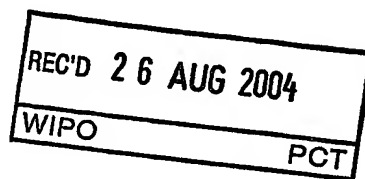


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

PCT/DE04/546

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 003 458.3

Anmeldetag: 22. Januar 2004

Anmelder/Inhaber: ISKA GmbH, 76275 Ettlingen/DE

Bezeichnung: Verfahren und Hybridreaktor zur
Restmüllaufbereitung

Priorität: 17. März 2003 DE 103 11 904.3

IPC: C 02 F 9/08

BEST AVAILABLE COPY

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 16. August 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hoß

Beschreibung

Verfahren und Hybridreaktor zur Restmüllaufbereitung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und einen Hybridreaktor zur Aufbereitung von Abfallstoffen, insbesondere Restmüll gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 bzw. 21.

10

Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der PCT/EP02/09855 bekannt. Ein Problem bei diesem Abfallaufbereitungsverfahren ist die Behandlung des bei der biologischen Aufbereitung verwendeten Prozesswassers.

15 Dieses ist mit Organik beladen, die vor dem Einleiten in eine Kläranlage/Kanalisation beseitigt werden muss. Es ist angestrebt, das Prozesswasser im Kreislauf zu fahren, wobei die von Organik befreite Prozesswasserfraktion als Kreislaufwasser zur biologischen Aufbereitung
20 zurückgeführt wird.

Es zeigte sich jedoch, dass sich bei den herkömmlichen Lösungen die für eine störungsfreie Durchführung des Prozesses und die für die gesetzlichen
25 Auflagen erforderlichen Minimalkonzentrationen an Organikbestandteilen im Prozesswasser nur mit erheblichem vorrichtungstechnischen Aufwand unterschreiten lassen.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und einen Hybridreaktor zur
30 Aufbereitung von Abfallstoffen zu schaffen, bei dem die Aufbereitung des Prozesswassers gegenüber herkömmlichen Lösungen vereinfacht ist.

35 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und

einen Hybridreaktor mit den Merkmalen des Patentanspruchs 21 gelöst.

5 Demgemäß enthält das Verfahren einen Prozesswasseraufbereitungsschritt bei dem eine Entstickung des von Organik befreiten Prozesswassers erfolgt, so dass dieses entstickte Prozesswasser wieder dem Prozess oder einer weiteren Aufbereitung zuführbar ist.

10

Diese Entstickung erfolgt vorzugsweise in einer Strippereinrichtung mit einer Stripperkolonne, in die im Gegenstrom zum eingedüsten Prozesswasser Luft eingeblasen wird und der eine Katalysatorkolonne zu Umsetzung des Ammoniakgases in Stickstoff nachgeschaltet ist.

15 Eine andere Alternative sieht eine Strippereinrichtung mit einer Stripperkolonne vor, in die im Gegenstrom zum eingedüsten Prozesswasser Sattedampf eingedüst wird und der ein Kühler zum Kondensieren des austretenden Dampfgemisches nachgeschaltet ist.

20 Wahlweise können mehrere gleichartige oder unterschiedliche Strippereinrichtungen miteinander kombiniert werden.

25 Die Effektivität des Prozesses lässt sich weiter verbessern wenn vor den Strippereinrichtungen Lauge zugegeben wird. Durch diese Lauge wird der pH-Wert des Prozesswassers angehoben und Ammoniakgas im Prozesswasser gelöst.

30 Mit der erfindungsgemäßen Prozesswasseraufbereitung kann Trübwasser bzw. Austrittswasser aus einer Perkolatation, einem Stoffflöser (Pulper) oder einem anaeroben Prozess aufbereitet werden. Bisher mussten die

Prozesswasseraufbereitungsverfahren individuell an den Typ der biologischen Aufbereitung des Abfallstoffes angepasst werden.

5 Der Anteil an Feststoffen im Prozesswasser lässt sich durch eine Ultrafiltration weiter verringern. Dieser Ultrafiltration kann eine Fällung von Chloriden, Phosphaten etc. zugeordnet sein.

10 Die biologische Prozesswasseraufbereitung erfolgt vorzugsweise mit Hilfe eines Hybridreaktors, der an seinem Boden eine Schlammaustragsvorrichtung und an seinem Kopf eine Einrichtung zur Zerstörung einer entstehenden Schwimmdecke hat.

15 Zur Entschwefelung des entstehenden Biogases kann in den Kopf des Reaktors Luft oder Sauerstoff eingedüst werden.

20 Zur Verbesserung des Stoffwechselprozesses kann der Hybridreaktor mit einer Gaseinpresseinrichtung versehen werden, über die das entstehende Schlammbett periodisch mit einem Druck beaufschlagt wird.

25 Bei bestimmten Prozessbedingungen ist es vorteilhaft, wenn ein Teil des Feststoffs durch eine Flotation abgetrennt wird.

30 Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn das mit Organik beladene Prozesswasser vor der Aufbereitung im Hybridreaktor einer Sandwäsche unterzogen wird.

35 Der Sandwäsche kann eine Sandabsatz- und Ausfällungseinrichtung nachgeschaltet sein, um den verbliebenen feinsten Sand abzufiltern und die Ausfällung

von Salzen, Inertstoffen, usw. nicht in dem Hybridreaktor durchzuführen.

Die physikalisch chemische Aufbereitung (PCA) im
5 Anschluss an die Aufbereitung des Prozesswassers im
Hybridreaktor kann eine Umkehrosmose zum Abscheiden von
Trübwasser, Salzen etc. vom Prozesswasser enthalten.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele
10 der Erfindung anhand schematischer Darstellungen näher
erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein Grundschema eines Verfahrens zur aeroben
Restmüllaufbereitung mit einer Perkulations- oder
Pulperanlage,

15 Figur 2 eine Feststoff- und Wasserbehandlung bei
einer Perkulation oder einer Pulperung mit anschließenden
Trennschritten,

Figur 3 ein erstes Ausführungsbeispiel einer PCA-
Anlage,

20 Figur 3.1 eine Hintereinanderschaltung von zwei
Stripperkolonnen nach der ersten PCA-Abwasserbehandlung,

Figur 4 ein zweites Ausführungsbeispiel einer PCA-
Anlage,

25 Figur 5 eine Kombination der Konzepte nach den
Figuren 3 und 4,

Figur 6 eine Gesamtansicht eines Verfahrensschemas zu
Restmüllaufbereitung mit einem Hybridreaktor,

Figur 7 einen Hybridreaktor mit vorgeschalteten
Sandabsatz- und Füllungsreaktor, und

30 Figur 8 eine Teilansicht eines Verfahrensschemas zur
anaeroben Restmüllaufbereitung mit einer
Fermentationsanlage.

Figur 1 zeigt ein Verfahrensschema für die aeroben
35 Behandlung von belasteten Abfallstoffen, insbesondere mit
einem Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) von 50% bis 65%,

wie z.B. Restmüll, Großküchenabfälle, Abfälle aus der Lebensmittelindustrie, Gemüse und andere nachwachsende organische Abfallstoffe, Klär- und Gärschlamm und biologische Rückstände aus der Getränkeherstellung, bspw. Maischen.

Die organisch belasteten Stoffe 1 werden entweder über eine direkte Zuführung 2 oder über eine vorgeschaltete mechanische Aufbereitungsanlage 3 einer Perkolationsanlage 4 oder einer Pulperanlage 5 zugeführt.

Die mechanische Aufbereitung 3 weist die Arbeitsschritte Sieben, Sortieren und Zerkleinern auf, wobei der Siebschnitt 3.1 bei einer Korngröße von 50 mm bis 250 mm vorzugsweise einer Perkolationsanlage 4 und bei einer Korngröße > 250 mm vorzugsweise einer Pulperanlage 5 zugeführt wird. Bei einem Siebschnitt 3.1 mit einer maximalen Korngröße von etwa 50 mm wird dieser vorzugsweise einer Trockenfermentationsanlage 6 (Figur 8) zugeführt. Zum Ausscheiden von heizwertreichem und flächigem Material wie Folien, Kartons und Papier ist ein Siebüberlauf 3.2 vorgesehen. Ebenso sind Einrichtungen 3.3 für Sieb- und Sortierschritte zur Ausschleusung von Störstoffen, wie z.B. Maschinenteile, Holzbalken, FE- und NE-Metalle, sowie Inertstoffen und Mineralien in verschiedenen Korngrößen vorgesehen. Die ausgeschiedenen Feststoffe werden je nach ihren Eigenschaften einer Weiterbehandlung 15 oder Verwertung unterzogen. So können bspw. die metallhaltigen Feststoffe an die stahlverarbeitenden Industrie und die holzartigen Feststoffe an die Papierindustrie zurückgeführt werden, sowie die Mineralstoffe oder Mineralien zur Ablagerung auf einer Deponie gelagert werden.

Die Perkolationsanlage 4 kann eine Perkolationsanlage gemäß der deutschen Patentanmeldung DE 196 48 731 A1

sein, bei der organische Bestandteile einer Abfallfraktion in einem Perkolator ausgewaschen werden und der Rückstand nach einer Trocknung beispielsweise verbrannt wird. Des Weiteren ist eine
5 Kastenperkulationsanlage, mit einem liegenden kastenförmigen oder zylindrischen Perkolator, wie z.B. in der WO 97/27158 gezeigt, sowie eine Siedeperkulationsanlage gemäß der deutschen Patentanmeldung DE 101 42 906 A1 verwendbar, gemäß der
10 ein Perkolator im Siedebereich des Prozesswassers betrieben wird.

In dem Perkolator bzw. Behälter 4.5 ist ein drehbares mechanisches Rührwerk 4.1 zum Umwälzen und Vermischen
15 eines Haufwerks angeordnet. In den Kopf des Behälters 4.5 wird Auswaschwasser 9.4 eingebracht, durch das die organischen Stoffe aus dem Haufwerk ausgewaschen werden und das dann als organisch hochbelastetes Austrittswasser 4.3 am Fuß des Behälters 4.5 abgezogen wird. Die
20 Austrittsöffnung ist zur Vermeidung vom Feststoffaustritt stromabwärts eines Siebbodens 4.2 angeordnet.

Die von der Organik befreiten Feststoffe 4.4 werden über eine Abzugseinrichtung dem Behälter 4.5 entnommen
25 und Trennschritten (Figur 2) mit einer Klassierpresse 10 sowie einer Sinkschwimmtrennung 14 zugeführt. Das Austrittswasser 4.3 wird direkt der Sinkschwimmtrennung 14 zugeführt.

30 Der mittlere TS-Gehalt im Behälter 4.5 wird durch die Menge des zugeführten Auswaschwassers 9.4 und des organisch hochbelasteten Austrittswassers 4.3, sowie der Verweilzeit bzw. Aufenthaltszeit im Behälter 4.5 bestimmt und beträgt etwa 20 % bis 35 %. Die Aufenthaltszeit
35 beträgt je nach Anlage 2h bis 50h.

Die alternativ einsetzbare Pulper- bzw. Stoffflöseanlage 5 hat ein Pulpergefäß 5.5, in dem ein schnell laufendes Rührwerk 5.1. zum Entzerren der zugeführten organisch belasteten Stoffe 1 angeordnet ist.

5 Die Organik in dem Haufwerk wird durch Verdünnung mit kopfseitig zugeführten Auswaschwasser 9.4 und durch Scherkräfte des Rührwerks 5.1. in Lösung gebracht.

Großflächige Leichtstoffe 5.3 werden über eine

10 obenliegende mechanische Austrageinrichtung 5.2 zur Weiterbehandlung 15 ausgetragen. Die Austrageinrichtung 5.2 ist ähnlich einer Gabel aufgebaut und hier als Sieb dargestellt. Die gelöste Organik wird mit den Feststoffen 5.4 durch eine bodenseitige Abzugeinrichtung ausgetragen

15 und der Klassierpresse 10 und somit der sich dieser anschließenden Sinkschwimmtrennung 14 zugeführt.

Der TS-Gehalt in dem Pulpergefäß 5.5 wird durch die Zuführung des Auswaschwassers 9.4 auf 5% bis 10%

20 eingestellt. Der Stoffflöse- und Trennvorgang beträgt in der Pulperanlage 5 etwa 1h bis 3h.

Die bei der Klassierpresse 10 und der Sinkschwimmtrennung 14 anfallenden Stoffströme 5.7 und 9.3 werden als Reststrom 5.7 der Weiterbehandlung 15 und

25 die von den Feststoffen befreite organisch hochbeladene Flüssigkeit 9.3 einer erfindungsgemäßen Biogasanlage 9 (Figuren 1, 6, 7) zugeführt.

30 So können z.B. aus den Restströmen 5.7 FE- und NE-Metalle oder verwertbare Mineralstoffe und Mineralien zur Ablagerung auf Deponien gemäß bestimmten Ablagerungskriterien, z.B. Z2, gewonnen werden. Des Weiteren können organikreiche Gemische zur biologischen

35 Weiterbehandlung wie Kompostierung, bspw. bis zur Erreichung eines Gleichwertigkeitsnachweises bzw. von

Ablagerungskriterien auf speziell eingerichteten Deponien, sowie Störstoffe zur Entsorgung ausgefiltert werden.

5 Die mit Organik beladene Flüssigkeit 9.3 wird zum anaeroben Abbau einer Biogasanlage 9 (Figuren 1, 6, 7) zugeführt. Dort wird die Flüssigkeit 9.3 entfrachtet, in dem der Organikanteil mittels Methanbakterien umgesetzt und zur Energieerzeugung über eine Gaserzeugungsleitung 7
10 einer Biogasverbrennung 8 zugeführt wird.

Das von der Organik entfrachtete Gärwasser verlässt die Biogasanlage 9 und wird als aufnahmefähiges Auswaschwasser 9.4 den Auswaschprozessen 4, 5 als
15 Prozesswasser zugeführt.

Ein Teilstrom 9.6 des Auswaschwasser 9.4 wird einer Ultrafiltration 13, und/oder einem Dekanter und/oder einer Siebbandpresse, zugeführt. Ein dabei anfallendes
20 Feststoff-Wassergemisch 16.1 wird als Presskuchen 16.2 der Weiterbehandlung 15 zugeführt und kann teilweise als Impfschlamm 16.3 der mit Organik beladenen Flüssigkeit 9.3 aus der Sinkschwimmtrennung 14 beigemischt werden. Bei der Ultrafiltration 13 anfallendes Presswasser 16
25 wird einer erfindungsgemäßen physikalisch chemischen Aufbereitungsanlage (PCA-Anlage) 21, 22, 23, 24 zur Entstickung zugeführt.

Das Presswasser 16 wird in der PCA-Anlage 21, 22, 23,
30 24 vom Stickstoff befreit. Dabei fallen Stoffströme an, die entweder als salzfreies Wasser bzw. Permeat 23.5 der mit Organik beladenen Flüssigkeit 9.3 oder als gereinigtes salzfreies Betriebswasser 23.6 der Sinkschwimmtrennung 14 zugeführt werden. Andere
35 anfallende Stoffströme, beispielsweise Ammoniakwasserkonzentrat 24.2 werden gespeichert und z.B.

zur Entstickung von Großfeuerungsanlagen wie thermische Kraftwerke und Müllverbrennungsanlagen verwendet. Anfallende Feststoffe 23.3 werden der Weiterbehandlung 15 zugeführt. Die nach der PCA vorliegende, mit Stickstoff 5 beladene Abluft 22.13 und gereinigter Wasserdampf 24.5 werden an die Umgebung abgeben. Eine Ausführliche Erklärung der erfindungsgemäßen Entstickung mit vorgeschalteter Ultrafiltration 13 erfolgt unter den Figuren 3, 3.1, 4 und 5.

Figur 2 zeigt schematisch einen Verfahrensablauf bei einer Perkulations- oder einer Pulperanlage 4, 5 mit den nachgeschalteten Trennschritten 10, 14 aus Figur 1.

Grundsätzlich ist der Verlauf der Feststoffströme 4.5 und 5.5 nach der Perkulationsanlage 4 und der Pulperanlage 5 gleich. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass der Perkulationsanlage 4 die Sinkschwimmtrennung 14 nicht nachgeschaltet sein muss, um die Stoffströme 4.3, 4.5 der Biogasanlage 9 zuzuführen, wohingegen bei der Pulperanlage 5 die Sinkschwimmtrennung 14 notwendig ist, um die Pulpe (Feststoff) aus dem Stoffstrom 5.5 herauszufiltern. Im Folgenden ist jedoch zur Vereinfachung bei beiden Verfahren die Sinkschwimmtrennung 14 zwischengeschaltet.

Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass bei der Pulperanlage 5 kein Austrittswasser 4.3 anfällt, das in die Sinkschwimmtrennung 14 zugeführt wird, sondern statt dessen Leichtstoffe 5.3 entstehen, die der Weiterbehandlung 15 zugeführt werden.

Nach der Perkolation im Perkolator 4 wird der perkolierte Feststoff 4.4 der Klassierpresse 10 und das Austrittswasser 4.3 der kombinierten Flotations- bzw. Sinkschwimmtrennung 14 zugeführt. In der Klassierpresse

10 wird der Presskuchen 12 von dem Abwasser 10.1. abgetrennt und der Weiterbehandlung 15 zugeführt.

Bei dem Pulperverfahren 4 werden die Leichtstoffe 5.3
5 der Weiterbehandlung 15 und die Feststoffe 5.5 ebenfalls der Klassierpresse 10 zugeführt.

Das von groben Feststoffen befreite Abwasser 10.1 der
Klassierpresse 10 wird einem Mischer 14.1.5 zugeführt, in
10 dem dieses mittels eines Gebläses 14.1.4 mit Luft
vermischt und anschließend mit leichtem Überdruck über
eine bodenseitige Einblaseeinrichtung 14.1.6 in ein
Trennbecken 14.1 der Sinkschwimmtrennung 14 eingeblasen
wird. Durch das Anreichern des Abwassers 10.1 mit Luft
15 und das Einblasen mit Überdruck wird gegenüber einer
bekannten Druckentspannungsflotation die Trennfähigkeit
und die Trenngeschwindigkeit maßgeblich erhöht.

Das mit Organik beladene Austrittswasser 4.3 des
20 Perkolators 4 wird kopfseitig dem Trennbecken 14.1.
zugeführt, wo es sich mit dem Abwasser 10.1 vermischt und
sich aus diesem Wassergemisch Schwimmstoffe 14.1.1 und
Sinkstoffe 14.1.2 abtrennen.

25 Die Schwimmstoffe 14.1.1 schwimmen auf und bilden
eine Schwimmstoffdecke. Durch eine obenliegende
mechanische Einrichtung 14.1.3 werden die Schwimmstoffe
14.1.1 abgezogen und zur zusätzlichen Entwässerung über
eine Förderleitung 14.1.7 der Klassierpresse 10
30 zugeführt.

Die Sinkstoffe 14.1.2, wie z.B. Sand, Steine und
Metallteile, sinken in dem Trockenbecken 14.1 nach unten
und werden durch eine Austrag- und Transporteinrichtung
35 14.1.8 abgezogen. Je nach Verwendungszweck werden sie
über eine Förderleitung 14.1.9 einer Weiterbehandlung 15

zugeführt oder über eine Förderleitung 14.1.10 zu einer Waschstufe 14.2 zum Ausscheiden des Sandes bzw. der Inertstoffe geleitet.

5 In der Waschstufe 14.2. wird der Sand zur Verwendung als Baustoff, bspw. für den Straßenbau, nach der Ablagerungsverordnung Z2 durch Auswaschen von der Organik befreit. In einem vorteilhafterweise zylindrischen und stehenden Gefäß mit einem konischen
10 Boden werden die Sinkstoffe bzw. das Sand-Flüssigkeitgemisch 14.1.2 über die Förderleitung 14.1.10 kopfseitig in das Gefäß eingebracht und mittels des über eine Einbringeinrichtung 14.2.6 eingebrachten gereinigten Betriebswassers 23.6 der PCA-Anlage 21, 22, 23, 24
15 gewaschen. Um den Verbrauch des Betriebswassers 23.6 zu reduzieren, kann in dem Mischer 14.1.5 dem Betriebswasser 23.6 Luft über ein Gebläse 14.1.4 beigemischt werden. Die Luft und das Betriebswasser 23.6 können kontinuierlich oder diskontinuierlich, sowie getrennt voneinander in das
20 Gefäß eingebracht werden.

Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn ein nicht dargestelltes vorzugsweise langsam laufendes Rührwerk in dem Gefäß zum Einbringen von Scherkräfte in
25 das Sand-Flüssigkeitgemisch verwenden wird, um so die Ablösung der Organik von dem Sand zu erleichtern.

Der Sand 14.2.2 sinkt in dem Gefäß nach unten und die organischen Bestandteile 14.2.1 schwimmen oben auf und
30 werden als ein Organik-Betriebswassergemisch 14.2.3 ausgetragen. Der von der Organik befreite Sand 14.2.9 wird bodenseitig über eine Austrags- und Fördereinrichtung 14.2.8 ausgetragen und als Baustoff verwendet oder dem Presskuchen 12 zugeschlagen und der
35 Weiterbehandlung 15 unterzogen.

Das organisch hochbelastete Abwasser 14.1.11 aus dem Trennbecken 14.1. wird zu einer Siebstufe 14.3. geführt.

5 In die Siebstufe 14.3 werden die beiden mit Organik belasteten Flüssigkeitsströme 14.1.11, 14.2.3 kopfseitig über eine Eintragsleitung 14.2.7 vermischt eingeleitet. Die Siebstufe 14.3 hat vorzugsweise ein innenbeschichtetes Trommel- oder Schwingsieb 14.3.1 mit einer Maschenweite von etwa 0,5 mm bis 1,5 mm, so dass 10 die im Flüssigkeitsstrom 14.2.7 enthaltenen Fasern, Reststoffe und Kunststoffpartikel getrennt werden. Die dabei entstehende pastöse Masse 14.2.10 wird ausgetragen und über einem Fördermittel 14.2.4 und Förderleitungen 14.2.5, 14,2,6 der Klassierpresse 10 zum Entwässern 15 zugeführt. Alternativ kann die pastöse Masse 14.2.10 der Perkolationsanlage 4 über Förderleitungen 14.2.5, 14.2.11 erneut zugeführt werden.

20 Die das Sieb 14.3.1 passierende und sich am Boden ansammelnde organisch hoch belastete Flüssigkeit 9.3 der Sinkschwimmtrennung 14 wird gemäß Figur 1 der Biogasanlage 9 zugeführt, wobei das von der Organik entfrachtete Gärwasser der Biogasanlage 9 zum einen als aufnahmefähigen Auswaschwasser 9.4 der Perkolationsanlage 4 oder der Pulperanlage 5 erneut zugeführt wird und zum 25 anderen als Teilstrom 9.6 die Ultrafiltration 13 und die PCA-Anlage 21, 22, 23, 2 durchläuft.

30 Figur 3 zeigt eine bevorzugte erfindungsgemäße PCA-Anlage im Detail. Das Presswasser 16 der Ultrafiltration 13 wird in einem Wärmetauscher 17 auf die notwendige Prozesstemperatur erwärmt. Dem erwärmten Presswasser 18 wird zur Anhebung des pH-Wertes eine Lauge 19 zugemischt, damit Ammoniak im Presswasser 18 in gelöster Form 35 vorliegt. Das Mischwasser 20 wird in einer Strippereinrichtung 22 zur Trennung von Ammoniumgas aus

dem Wasser mit einem Wirkungsgrad von etwa 90% mittels vorgewärmter Luft 22.2 behandelt.

Die Strippereinrichtung 22 hat eine Stripperkolonne 22.1, in die in einem obenliegenden Bereich das Mischwasser 20 mittels einer Sprüheinrichtung 22.4 eingebracht wird. Das eingesprühte Mischwasser 20 strömt sich in der Stripperkolonne 22.1. nach unten, wobei zur Vergrößerung der Austauschfläche eine Füllkörperpackung 22.6 in die Stripperkolonne 22.1 eingebracht ist. Gleichzeitig wird das Mischwasser 22 von der erwärmten und über ein Zuluftgebläse eingeleiteten Luft 22.2 im Gegenstrom durchströmt. Idealerweise wird die Luft 22.2 über einen Wärmetauscher 22.7 auf die gleiche Temperatur wie das Mischwasser 20 erwärmt. Das im Mischwasser 20 enthaltene Ammonium wird durch die im Gegenstrom geführte und vorgewärmte Luft ausgelöst und verlässt als ammoniakbeladene Abluft 22.3 die Stripperkolonne 22.1. Das vom Ammonium befreite Wasser 22.5 sammelt sich am Boden der Stripperkolonne 22.1 und wird einer Umkehrosmose 23 zugeführt. Um einen Ausstrippeffekt von etwa 90 % zu erreichen, wird der pH-Wert des Mischwassers 20 vorteilhafterweise auf > 10 angehoben und die Temperatur des Mischwassers 20 und der erwärmten Luft 22.2 auf 60°C eingestellt.

Die Abluft 22.3 wird einer Katalysatorkolonne 22.8 zugeführt, in dem der gasförmig vorliegende Ammoniak zerlegt und zu Luftstickstoff reduziert sowie der Wasserstoff zu Wasser oxidiert wird. Die Katalysatorkolonne 22.8 wird zu Beginn mittels einer Heizung 22.9 auf die notwendige Betriebstemperatur vorgeheizt. Wenn genügend Ammonium in der Abluft 22.3 vorhanden ist, kann der weitere Prozess autotherm ablaufen, d.h., die in der Abluft 22.3 enthaltenden Schadstoffe liefern die notwendige Reaktionswärme. Dies

wird erfüllt, wenn der Ammoniumgehalt im Presswasser 16 etwa mindestens 2000 mg/l beträgt. Sinkt der Ammoniumgehalt unter diesen ungefähren Grenzwert von 2000 mg/l, so muss Wärmeenergie zugeführt werden.

5

Die Abluft 22.3 verlässt die Katalysatorkolonnen 22.8 als mit Wasserdampf gesättigte und mit Stickstoff beladene Restluft 22.11. Die Restluft 22.11 wird in einem Kühler bzw. Kondensator 22.12 abgekühlt und nach diesem als mit Stickstoff N₂ beladene Abluft 22.13 an die Umgebung abgegeben.

Ein vom Ammonium befreiter Anteil verlässt die Katalysatorkolonnen 22.8 als Kondensat 22.10, das der Umkehrosmose 23 zugeführt wird.

Bei der Umkehrosmose 23 werden durch Molekularmembrantechniken Schadstoffe, die sich im Wasser 22.5 der Stripperkolonne 22.1 und im Kondensat 22.10 der Katalysatorkolonnen 22.8 befinden, mittels einer Hochdruckeinrichtung 23.2 in einem Behälter 23.1 durch Membranen gedrückt. Die Wassermoleküle verlassen den Behälter 23.1 als sogenanntes Permeat 23.5 praktisch salzfrei. Dieses Permeat 23.5 kann bspw. teilweise als das Betriebswasser 23.6 in der vorstehenden beschriebenen Waschstufe 14.2 verwendet oder der in die Biogasanlage 9 eingeleiteten mit Organik hochbeladenen Flüssigkeit 9.3 zugemischt werden (Figuren 1 und 6). Die Salzmoleküle und sonstigen Verunreinigungen verlassen den Behälter 23.1 mit Schmutzwasser 23.3 als Konzentrat 23.4. Dieses Konzentrat 23.4 kann anschließend getrocknet, z.B. durch Eindampfung in eine Vakuum-Siedetrockung, und dann der Weiterbehandlung 15 zugeführt werden.

Gemäß Figur 3.1. können auch mehrere Stripperkolonnen hintereinander geschaltet werden. Bei der

Hintereinanderschaltung von zwei Stripperkolonnen 22, 22' kann die Ammoniakbelastung um 99% gesenkt werden.

Das Ammoniak beladene Mischwasser 20 wird der ersten Stripperkolonne 22.1 zugeführt und nach einem ersten Reinigungsschritt als bis zu 90 % vom Ammoniak befreites Wasser 22.5 abgezogen. Über eine Pumpe 22.5.1 wird dieses Wasser 22.5 der zweiten Stripperkolonne 22.1' zugeführt und dort einem weiteren Reinigungsschritt unterzogen. Das bis zu 99 % vom Ammoniak befreite Wasser 22.5' wird anschließend der Umkehrosmose 23 zugeführt. Die mit Ammoniak beladene Abluft 22.3, 22.3' der beiden Stripperkolonnen 22.1, 22.1' werden einer oben beschriebenen Katalysatorkolonne 22.8 zugeführt.

Figur 4 zeigt ein Grundschema eines weiteren Ausführungsbeispiels einer PCA-Anlage 21 zur Aufbereitung von Presswasser 16, das einen Ammoniumgehalt von maximal etwa 2000 mg/l, einen Chloridgehalt von etwa 5000 mg/l und einen chemischen Sauerstoffbedarf (CSB-Gehalt) von etwa 2000 mg/l aufweist.

Das Presswasser 16 der Ultrafiltration 13 wird in einem Wärmetauscher 17 erwärmt und als erwärmtes Mischwasser 20 unter Beimischung einer Lauge 19 zur Anhebung des pH-Wertes einer Stripperkolonne 21.1 kopfseitig zugeführt. Das Mischwasser 20 wird über eine Sprüheinrichtung 21.4 in der Stripperkolonne 21.1 versprüht und bewegt sich nach unten, wobei deren Stoffaustauschfläche über eine Füllkörperpackung 21.6 vergrößert wird. Gleichzeitig wird im Gegenstrom Sattedampf 21.2 eingedüst, der mittels eines Dampferzeugers oder einer Abfalldampferzeugung 21.7 erzeugt wird. Durch diese Eindampfung ist eine Reduzierung des Ammoniums im Mischwasser 20 um bis 99% möglich. Das Ammonium wird aus dem Mischwasser 20

ausgewaschen und über beladene Abluft 21.3 einer Kühleinrichtung 24 mit einer Kühler- bzw. Kondensatorkolonne 24.1 zugeführt. Der Ammoniak beladene Abdampf 21.3 wird abgekühlt und es wird ein Ammoniakwasserkonzentrat NH_4OH 24.2 mit etwa 25% Ammoniak erzielt. Dieses Konzentrat 24.2 wird in einen Speicher 24.3 aufgenommen und kann, wie bereits unter Figur 1 erwähnt, zur Entstickung von Großfeuerungsanlagen wie thermische Kraftwerke und Müllverbrennungsanlagen verwendet werden 24.4. Dabei wird das Ammoniak in die Verbrennung eingesprüht und unterbindet somit die NO_x -Bildung.

Alternativ kann das Konzentrat 24.2 auch getrocknet werden, z.B. durch Eindampfung in eine Vakuum-Siedetrockung, und anschließend der Weiterbehandlung 15 zugeführt werden.

Der bei der Kondensation abgetrennte, im wesentlichen ammoniakfreie Wasserdampf 24.5 wird an die Umwelt abgegeben.

Das vom Ammoniak befreite Wasser 21.5 wird bodenseitig aus der Stripperkolonne 21.1 abgezogen und der vorgenannten Umkehrosmose 23 zugeführt.

Figur 5 zeigt eine Kombination der Grundschemata der Figuren 3 und 4, wobei die Ammoniumbelastung im Abwasser ebenfalls auf bis zu 99% reduziert wird. Zusätzlich wird das anfallende Ammoniakabwasserkonzentrat 24.2 auf eine nicht entsorgungsproblematische Menge reduziert.

Die Kombination weist zwei in Reihe geschaltete Strippereinrichtungen 22, 21 auf. Bei der ersten Strippereinrichtung 22 wird, wie aus der Figur 3 bekannt, erwärmte Luft 21.2 in die Stripperkolonne 21.1

eingeblassen und bei der zweiten Strippereinrichtung 22 wird, wie aus der Figur 4 bekannt, ein Sattdampf 21.2 in die Stripperkolonne 21.1 eingedüst.

5 Die mit Ammoniak beladene Abluft 22.3 der ersten Stripperkolonne 22.1 wird einem Stripperkatalysator 22.8 zugeführt. Das Ammoniak befreite Wasser 22.5 wird mit dem Kondensat 21.10 des Stripperkatalysators 22.8 vermischt und als Mischwasser 20.1 über eine Pumpe 22.5.1 der
10 Stripperkolonne 21.1 der zweiten Strippereinrichtung 21 zugeführt.

Der mit Ammoniak beladene Abdampf 21.3 der zweiten Stripperkolonne 21.1 wird wie vorbeschrieben, der
15 Kühleinrichtung 24 zugeführt und dort kondensiert. Das Ammoniak beladene Wasser 21.5 wird in der obenstehenden Weise der Umkehrosmose 23 zugeführt.

Figur 6 zeigt ein Verfahrensschema einer
20 Restmüllaufbereitung mit im wesentlichen einer Perkolationsanlage 4 oder einer Pulperanlage 5 und einer Stofftrennungs- und Aufbereitungsanlage 10, 14 für die bei den Auswaschprozessen 4,5 anfallende und mit gelöster
25 Organik und Restrohstoffen angereicherte Flüssigkeit 9.3, die einem erfindungsgemäßen Hybridreaktor 9 zugeführt wird.

Bei bekannten Biogasanlagen wird die Flüssigkeit 9.3 in volldurchmischten und ein- bis zweistufigen
30 Rührkesselreaktoren vergoren, wobei die Organik zu Biogas umgesetzt wird. Als Rührwerk wird üblicherweise ein mechanisches Rührsystem oder ein Gaseinpressumwälzsystem verwendet. Die Verweilzeit der Flüssigkeit 9.3 in einem derartigen Rührkesselreaktor beträgt etwa 18 bis 24 Tage.
35

Im Gegensatz zu diesen bekannten Lösungen ist bei dem erfindungsgemäßen Hybridreaktor 9 eine Verweilzeit von etwa 2 Tagen bis 4 Tagen ausreichend. Des weiteren ist an der erfindungsgemäßen Lösung vorteilhaft, dass mit der Vorbehandlungsstufe in Form der Sinkschwimmtrennung 14 (vgl. Figur 2) ebenfalls die Flüssigkeit 9.3, die von der Pulperanlage 5 abgeschieden wird, dem Hybridreaktor 9 zugeführt werden kann, da diese Vorbehandlungsstufe 14 die Feststoffe ausreichend aus der Flüssigkeit 9.3 heraus filtert.

Der Hybridreaktor 9 hat einen isolierten zylindrischen Behälter 9.1 Bodenseitig wird über eine Eindüseinrichtung 9.3.3 die vorbehandelte Flüssigkeit 9.3 derart über den Querschnitt des Behälters 9.1 eingedüst, dass sich eine ungefähre Steiggeschwindigkeit von 2 m/h ergibt. Die mittels Methanbakterien aus der eingedüsten Flüssigkeit 9.3.2 herausgelösten organischen Bestandteile sinken im Hybridreaktor 9 nach unten und bilden dort ein Schlammbett 9.2.1. Das Schlammbett 9.2.1 dient als Vergärungsstufe und Reaktionsbett zum Ausfällen bspw. von Inertstoffen, Chloriden und Phosphaten. Über eine Schlammaustragseinrichtung 9.8 wird ein mit den ausgefällten Inertstoffe und Salzen versetzter Austragsschlamm 9.10 aus dem Behälter 9.1. ausgetragen. Die Ausfällung wird über ein Fällmittel 9.7, das der Flüssigkeit 9.3 vor dem Eintritt in den Hybridreaktor 9 beigemischt wird, unterstützt.

Die Methanbakterien sind zur Steigerung des Stoffumsatzes, d.h. zum verbesserten Abbau von Methangas und zum verbesserten Reinigen der mit Organik beladenen Flüssigkeit 9.3.2, in einer Füllkörperpackung bzw. einem Festbett 9.2 aus einer Schüttung oder Blockelementen angeordnet. Die Steigerung des Stoffumsatzes beruht vornehmlich auf einer Vergrößerung der Reaktionsflächen

sowie einer Immobilisierung des aktiven Bakterienschlammes. Die Reaktionsflächen reichen etwa von 200 m²/m³ bis 300 m²/m³.

5 Die Schlammaustragseinrichtung 9.8. hat mindestens eine Schubbodeneinrichtung 9.8.1 mit Kratzelementen und mindestens einen Schneckenförderer 9.8.3. Die Schubbodeneinrichtung 9.8.1 ist als eine Kolbenstange einer hydraulischen Zylinder-Kolbeneinheit 9.8.2
10 dargestellt, an der die Kratzelemente befestigt sind. Dabei wird bei jeder Ausfahrbewegung der Kolbenstange, d.h. in der Figur 6 einer Bewegung nach rechts, der Austragsschlamm 9.10 zum Schneckenförderer 9.8.3 gefördert. Über ein Ventil 9.8.4 ist ein Ablauf des
15 Schneckenförderers 9.8.3 absperrbar.

Die von den organischen Bestandteilen befreite Flüssigkeit wird über Kopf aus dem Behälter 9.1 geführt und als das Auswaschwasser 9.4 der Perkulationsanlage 4
20 oder der Pulperanlage 5, sowie als Teilstrom 9.6 der Ultrafiltration 13 mit sich anschließender PCA-Anlage 21, 22, 23 ,24 zugeführt.

Zur Vermeidung einer Schwimmdeckenbildung aus Schwimmstoffen 9.11.1 ist nahe unterhalb der Oberfläche der im Behälter 9.1 angesammelten eingedüsten Flüssigkeit
25 9.3.2 ein Horizontalrührwerk 9.11 vorgesehen. Das Horizontalrührwerk 9.11 kann durch ein Vertikalrührwerk ersetzt werden.

30

Um das Schlambett 9.2.1 und die Füllkörperpackung 9.2 mit Scherkräften zu Beaufschlagen, wird periodisch mit einem Gebläse bzw. einen Kompressor 9.15 über eine Rohrleitung 9.14 und Gaseinpressdüsen 9.14.1 Gas 9.14.2
35 eingedüst. Vorzugsweise ist dieses Gas dem zur Biogasverbrennung zugeführten Biogas entnommen. Diese

Gaseindüsung bewirkt, dass eine Kanalbildung in der Füllkörperpackung 9.2 unterbunden und alter, abgestorbener Bakterien Schlamm aus der Füllkörperpackung 9.2 gelöst und je nach Gewicht als Schwimmstoff 9.11.1 aufschwimmt oder als Sinkstoff mit dem Austragsschlamm 9.10 ausgetragen wird.

Um dem Biogas Schwefel zu entziehen ist im Kopf ein Entschwefelungsraum 9.12 vorgesehen. In diesen wird über ein Gebläse 9.13 mit einer Durchflusssteuerung Luft bzw. Sauerstoff 9.13.2 eingedüst. Zur Vermeidung von Explosionen des Biogas-Luftgemisches beträgt der Luftanteil maximal 2.0%. Durch diese Lufteindüsung wird der Schwefel in dem Biogas als Elementarschwefel 9.13.1 ausgefällt, der auf der Oberfläche der Schwimmdecke 9.11.1 bildet. Der Elementarschwefel 9.13.1 ist nicht mehr lösbar und sinkt im Hybridreaktor 9 nach unten, wo er zusammen mit dem Austragsschlamm 9.10 ausgetragen wird.

20

Ein Teilstrom 9.6 wird vom Auswaschwassers 9.4 abgezweigt und der Ultrafiltration 13 zugeführt. Nach der Ultrafiltration 13 wird das Presswasser 16 mit einem Ammoniumgehalt von etwa 1000 mg/l bis 3000 mg/l der PCA-Anlage 21, 22, 23, 24 zugeführt, dort wie vorbeschrieben entstickt (Figuren 3, 3.1. 4 und 5) und als entsticktes Betriebswasser 23.6 der beladenen Flüssigkeit 9.3 wieder beigemischt.

Ein bei der Ultrafiltration 13 anfallendes Feststoff-Wassergemisch 16.1 mit einem TS-Gehalt von etwa 4% bis 8% wird als Presskuchen 16.2 der Weiterbehandlung 15 zugeführt und/oder als Impfschlamm 16.3 für den Hybridreaktor 9 ebenfalls der mit Organik hochbeladenen Flüssigkeit 9.3 beigemischt.

Des Weiteren dient der Teilstrom 9.6 als Kreislaufwasser 9.5 zur Einstellung der Betriebstemperatur. Das Kreislaufwasser 9.5 wird dabei in einem Wärmetauscher 9.5.1 erwärmt und mit der Organik beladenen Flüssigkeit 9.3 vermischt.

Figur 7 zeigt ein alternatives Grundschema eines Verfahrens gemäß den Figuren 1 und 6 zur Restmüllaufbereitung mit einer Biogasanlage 9', der ein Sandabsatz- und Fällungsreaktor 25 vorgeschaltet ist. Die Vorschaltung eines derartigen Reaktors 25 hat den Vorteil, dass der Sandabsatz- und Fällungsprozess nicht im Hybridreaktor 9 abläuft und damit auf die konstruktiv aufwendige Schlammaustragseinrichtung 9.8 verzichtet werden kann.

In Versuchen hat sich gezeigt, dass die Sandabsetzeit etwa 1h beträgt und die Fällungszeit maximal 5min dauert. Somit wird die Größe und Geometrie des Behälters 25.1 für eine Aufenthaltszeit von mindestens einer Stunde ausgelegt.

Der Sandabsatz- und Fällungsreaktor 25 hat einen zylindrischen Behälter 25.1 mit einer Tauchwand 25.2 zur Zwangsführung eines Flüssigkeitsstroms in dem Behälter 25.1. Die Tauchwand 25.2 erstreckt sich von einer Behälterdecke in Richtung einer bodenseitigen schneckenartigen Austragseinrichtung 25.4, wobei zwischen der Tauchwand 25.2 und der Austragseinrichtung 25.4 ein Durchlass für den Flüssigkeitsstrom gebildet ist.

Die mit Organik beladene Flüssigkeit 9.3 wird mit einem Fällmittel 9.7 vermischt und dem Behälter 25.1 zugeführt. Die Flüssigkeit 9.3 umströmt die Tauchwand 25.2, wobei sich der Sand und die ausgefällten Produkte, wie z.B. Chloride und Phosphat am Behälterboden sammeln

und von der Austragseinrichtung 25.4 als Austragsschlamm 9.10 ausgetragen werden.

5 Die von dem Sand und den ausgefällten Produkten befreite Flüssigkeit 9.3.1 wird kopfseitig dem Behälter 25.1 entnommen und dem Hybridreaktor 9 zur weiteren vorbeschriebenen Verarbeitung zugeführt.

10 Anstelle der Trennwand 25.2 kann auch eine Mischeinrichtung verwendet oder diese mit der Trennwand 25.2 kombiniert werden. Die Mischeinrichtung kann insbesondere bei Schwermetallen vorteilhaft sein, da diese eine höhere Kontaktzeit erfordern. Dabei kann zusätzlich ein Mischwerk in der Zuleitung zum Behälter 15 25.1 vorgesehen sein.

Figur 8 zeigt eine Alternative zur Abfallaufbereitung mit einer Perkolationsanlage 4 oder einer Pulperanlage 5. Das dort dargestellte Verfahren basiert auf der 20 Verwendung einer Trockenfermentationsanlage 6. Folglich weist dieses Verfahrensschema keinen erfindungsgemäßen Hybridreaktor 9 auf.

25 Die Fermentationsanlage 6 hat einen Fermentationsbehälter zur Durchführung eines Vergärungsprozesses unter Luftabschluss, d.h. anaerobe Vergärung. Ein derartiger Fermentationsbehälter wird z.B. bei Systemen der schweizer Firma Kompogas AG (www.kompogas.ch), dem österreichischen Baustoff und 30 Recycling Verband (BRV, www.briv.at), Dranko und der französischen Firma Valorga Int. SAS (www.steinmuller-valorga.fr) verwendet.

35 Bei Kompogas und BRV wird der Siebschnitt bzw. Frischmüll 3.1 der mechanischen Aufbereitung 3 der organisch belasteten Stoffe 1 unter Beimischung von

Impfgut 6.4, das unter Animpfung mit Anaerobbakterien aus dem Vergärungsprozess entnommen wird, sowie Verdünnung mit Prozesswasser 10.2 mit einer Pump- und Fördereinrichtung 6.3 in den Fermentationsbehälter über eine kopfseitige Beschickungsleitung 6.5 eingebracht. Der Fermenterinhalt 6.7 wird über ein Rührwerk 6.1 periodisch umgewälzt und durch mechanische Einwirkung zu einem untenliegenden Austritt transportiert. Die Prozesswärme wird über eine nicht dargestellte Außenmantelheizung und einen nicht dargestellten Wärmetauscher in der Beschickungsleitung 6.5 aufrecht erhalten.

Bei Dranko und Valorga wird wie bei den Anlagen nach Kompogas und BRV der Frischmüll 3.1 unter Beimischung des Impfguts 6.4. und Prozesswasser 10.2. angeimpft und verdünnt und mittels einer Pump- und Fördereinrichtung 6.3 über die Beschickungsleitung 6.5 in den Fermentationsbehälter eingetragen und umgewälzt.

Im Gegensatz zu Kompogas und BRV ist der Fermentationsbehälter als zylindrisch stehendes Element in Stahl- oder Betonbauweise ausgeführt und weist kein mechanisches Rührwerk im Innenraum des Fermentationsbehälters auf. Bei Dranko erfolgt die Umwälzung ausschließlich über die Pump- und Fördereinrichtung 6.3. Bei Valorga erfolgt die Umwälzung über ein Gaseinpresssystem mit bodennahen Einpresslanzen 6.2, über die stoßweise der Fermenterinhalt 6.7 mit Druckstößen > 8 bar beaufschlagt wird.

Die Prozesstemperatur wird bei Dranko und bei Valorga über eine Außenmantelheizung und einen Wärmetauscher in der Pump- und Fördereinrichtung 6.3 bzw. der Beschickungsleitung 6.5, sowie eine direkte Dampfeinspritzung in den Frischmüll 3.1 aufrecht erhalten.

Die anaerobe Biogaserzeugung aus dem Vergärungsprozess gemäß der Fermentationsanlage 6 erfolgt im Fermentationsbehälter, wobei das entstehende biogas
5 über Kopf durch die Gaserzeugungsleitung 7 zur Gasverbrennung 8 geführt wird.

Aus diesem Biogas mit einem Methananteil von etwa 55% bis 65% kann über ein Blockheizkraftwerk Wärme und Strom
10 erzeugt werden. Alternativ kann das Biogas einer Direktverbrennung zugeführt oder durch eine spezielle Gasaufbereitung mit Methananreicherung ein gasförmiger Fahrzeugtreibstoff gewonnen werden.

15 Nach einer Aufenthaltszeit von mindestens 18 Tagen bei Kompogas und maximal 25 Tagen bei Valorga verlässt der Fermenteninhalt 6.7 als Gärkuchen 6.6 den Fermentationsbehälter und wird mindestens zwei Trennstufen 10, 11 zugeführt, um ein behandelbares
20 Abwasser zu erzeugen.

Die erste Trennstufe ist üblicherweise eine Klassierpresse 10, in der der Presskuchen 12 von dem mit Organik belasteten Abwasser 10.1 abgetrennt und der
25 Weiterbehandlung 15 zugeschlagen wird. Das Abwasser 10.1 hat meistens einen TS-Gehalt von >12% und wird einer zweiten Trennstufe 11 zugeführt. Ein Teilstrom des Abwassers 10.1 wird als Prozesswasser 10.2 dem Frischmüll 3.1 zugemischt.

30

Die zweite Trennstufe kann ebenfalls eine Klassierpresse 11 sein. Der Presskuchen 12.1. der zweiten Trennstufe 11 kann ebenfalls der Weiterbehandlung 15 zugeschlagen werden. Das Abwasser 11.1 der zweiten
35 Trennstufe 11 wird in der eingangs beschriebenen Weise einer Ultrafiltration 13 zugeführt.

Das Feststoff-Wassergemisch 16.1 aus der Ultrafiltration 13 wird als Presskuchen 16.2 mit dem Presskuchen 12, 12.1 der vorgeschalteten Trennstufen 10, 11 vermischt und der Weiterbehandlung 15 zugeführt. Dabei kann das Gemisch ein TS-Gehalt von 35% bis 45% aufweisen. Das Presswasser 16 der Ultrafiltration 13 mit einem TS-Gehalt von maximal 5% wird zur Reinigung und Entstickung der erfindungsgemäßen PCA-Anlage 21, 22, 23, 24 zugeführt (Figuren 3, 3.1, 4, 5).

Die einzelnen Komponenten zur Prozesswasseraufbereitung lassen sich praktisch beliebig kombinieren. Die Anmelderin behält sich vor, auf die einzelnen Apparate und Anlagen gemäß den Figuren 1 - 8 eigene unabhängige Ansprüche zu richten.

Offenbart ist ein Verfahren zum mechanischen und biologischen Aufbereiten von Abfallstoffen, insbesondere Restmüll, wobei eine physikalisch chemische Aufbereitung (PCA) zur Entstickung eines von organischen Bestandteilen befreiten Prozesswassers vorgesehen ist, sowie ein Hybridreaktor mit einem Festbett, einer Schlammaustragseinrichtung und einer Einrichtung zur Zerstörung einer Schwimmdecke.

Bezugszeichenliste

1	organisch belastete Stoffe
2	direkte Zuführung
3	Aufbereitungsanlage
3.1	Siebschritt, Frischmüll
3.2	Siebüberlauf
3.3	Einrichtungen für Sieb- und Sortierschritte
4	Perkolationsanlage
4.1	Rührwerk
4.2	Siebboden
4.3	Austrittswasser
4.4	Feststoffe
4.5	Behälter
5	Pulperanlage
5.1	Rührwerk
5.2	Austragseinrichtung
5.3	Leichtstoffe
5.4	Feststoffe
5.5	Pulpergefäß
5.7	Reststrom
6	Fermentationsanlage
6.1	Rührwerk
6.3	Pump- und Fördereinrichtung
6.4	Impfgut
6.5	Beschickungsleitung
6.6	Gärkuchen
6.7	Fermenteninhalt
7	Gaserzeugungsleitung
8	Biogasverbrennung
9	Biogasanlage, Hybridreaktor
9'	Biogasanlage mit vorgeschaltetem Sandabsatzreaktor
9.1	Behälter
9.2	Füllkörperpackung, Festbett
9.2.1	Schlammbett

- 9.3 mit Organik beladene Flüssigkeit
- 9.3.2 eingedüste Flüssigkeit
- 9.3.3 Eindüseinrichtung
- 9.4 von Organik befreites Auswaschwasser
- 9.5 Kreislaufwasser
- 9.5.1 Wärmetauscher
- 9.6 Teilstrom
- 9.7 Fällmittel
- 9.8 Schlammaustragseinrichtung
- 9.8.1 Schubbodeneinrichtung
- 9.8.2 Zylinder-Kolbeneinheit
- 9.8.3 Schneckenförderer
- 9.8.4 Ventil
- 9.10 Austragsschlamm
- 9.11 Horizontalrührwerk
- 9.11.1 Schwimmstoffe
- 9.12 Entschwefelungsraum
- 9.13 Gebläse
- 9.13.1 Elementarschwefel
- 9.13.2 Luft, Sauerstoff
- 9.14 Rohrleitung
- 9.14.1 Gaseinpressdüsen
- 9.14.2 Gas
- 9.15 Gebläse, Kompressor
- 10 Klassierpresse
- 10.1 Abwasser
- 10.2 Prozesswasser
- 11 Klassierpresse
- 11.1 Abwasser
- 12 Presskuchen
- 12.1 Presskuchen
- 13 Dekanter, Siebbandpresse, Ultrafiltration
- 14 Sinkschwimmtrennung
- 14.1 Trennbecken
- 14.1.1 Schwimmstoffe
- 14.1.10 Förderleitung

- 14.1.11 Abwasser, Flüssigkeitsstrom
- 14.1.2 Sinkstoffe
- 14.1.3 mechanische Einrichtung
- 14.1.4 Gebläse
- 14.1.5 Mischer
- 14.1.6 Einblaseeinrichtung
- 14.1.7 Förderleitung
- 14.1.9 Förderleitung
- 14.2 Waschstufe
- 14.2.1 organische Bestandteile
- 14.2.2 Sand
- 14.2.3 Organik/Betriebswassergemisch, Flüssigkeitsstrom
- 14.2.4 Fördermittel
- 14.2.5 Förderleitung
- 14.2.6 Einbringungseinrichtung
- 14.2.7 Eintragsleitung
- 14.2.8 Austrags- und Fördereinrichtung
- 14.2.9 Organik befreiter Sand
- 14.2.10 pastöse Masse
- 14.2.11 Förderleitung
- 14.3 Siebstufe
- 14.3.1 Trommel- bzw. Schwingsieb
- 15 Weiterbehandlung
- 16 Presswasser
- 16.1 Feststoff-Wassergemisch
- 16.2 Presskuchen
- 16.3 Impfschlamm
- 17 Wärmetauscher
- 18 erwärmtes Presswasser
- 19 Lauge
- 20 Mischwasser
- 20.1 Mischwasser
- 21 Strippereinrichtung
- 21.1 Stripperkolonne
- 21.2 Sattdampf
- 21.3 Ammoniak beladener Abdampf

- 21.4 Sprüheinrichtung
- 21.5 vom Ammoniak befreites Wasser
- 21.6 Füllkörperpackung
- 21.7 Dampferzeuger, Abfalldampferzeugung
- 22 Strippereinrichtung
- 22' zweite Strippereinrichtung
- 22.1 Stripperkolonne
- 22.1' zweite Stripperkolonne
- 22.2 Luft
- 22.3 Abluft
- 22.3' Ammoniak beladene Abluft
- 22.4 Sprüheinrichtung
- 22.5 vom Ammoniak befreites Wasser
- 22.5 Wasser
- 22.5.1 Pumpe
- 22.6 Füllkörperpackung
- 22.7 Wärmetauscher
- 22.8 Katalysatorkolonne
- 22.9 Heizung
- 22.10 Kondensat
- 22.11 Restluft
- 22.12 Kondensator
- 22.13 Stickstoff beladene Abluft
- 23 Umkehrosmose
- 23.1 Behälter
- 23.2 Hochdruckeinrichtung
- 23.3 Feststoff
- 23.4 Konzentrat
- 23.5 Permeat
- 23.6 Betriebswasser
- 24 Kühleinrichtung
- 24.1 Kühl- bzw. Kondensatorkolonne
- 24.2 Ammoniakwasserskonzentrat
- 24.3 Speicher
- 24.4 Verwendung zur Entstickung in Großfeuerungsanlagen
- 24.5 amoniakfreier Wasserdampf

25	Sandabsatz- und Fällungsreaktor
25.1	Behälter
25.2	Trennwand
25.3	Sand, ausgefällte Produkte
25.4	Austragseinrichtung

Zusammenfassung

Offenbart ist ein Verfahren zum mechanischen und
5 biologischen Aufbereiten von Abfallstoffen, insbesondere
Restmüll, wobei eine physikalisch chemische Aufbereitung
(PCA) zur Entstickung eines von organischen Bestandteilen
befreiten Prozesswassers vorgesehen ist, sowie ein
Hybridreaktor mit einem Festbett, einer
10 Schlammaustragseinrichtung und einer Einrichtung zur
Zerstörung einer Schwimmdecke.

Ansprüche

1. Verfahren zum Aufbereiten von Abfallstoffen, insbesondere Restmüll mit
- einer mechanischen Aufbereitung des Restmülls
 - einer biologischen Aufbereitung des Restmülls, durch Zuführung von Prozesswasser (10.2, 9.4, 14.2.11) zum Lösen und/oder Austreiben organischer Bestandteile und
 - Aufbereitung des mit Organik beladenen Prozesswassers (4.3, 14.1.10, 14.1.11) durch Abtrennen organischer Bestandteile vom Prozesswasser (4.3, 14.1.10, 14.1.11),
- dadurch gekennzeichnet, dass
- der Prozesswasseraufbereitungsschritt eine physikalisch chemische Aufbereitung (PCA; 21, 22, 23, 24) zur Entstickung des von organischen Bestandteilen befreiten Prozesswassers (9.6) enthält.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei die PCA zumindest eine Strippereinrichtung (21, 22, 22') zur Abtrennung von im Prozesswasser (16) gelöstem Ammoniumgas hat.
3. Verfahren nach Patentanspruch 2, wobei das Prozesswasser (20) in eine Stripperkolonne (22, 22') eingedüst und dort im Gegenstrom mit Luft begast wird.
4. Verfahren nach Patentanspruch 3, mit einer Katalysatorkolonne (22.8) zum Umsetzen der Ammoniumgase in Stickstoff und Wasser.
5. Verfahren nach Patentanspruch 2, wobei das Prozesswasser (20.1) in eine Stripperkolonne (21)

eingedüst und dort im Gegenstrom mit Sättigungsdampf bedüst wird.

5 6. Verfahren nach Patentanspruch 5, mit einem Kühler (24) zum Umsetzen der Ammoniumgase in Stickstoff und Wasser

10 7. Verfahren nach einem der Patentansprüche 2 bis 6, wobei eine Strippereinrichtung mit Lufteingasung (22) mit einer zweiten Strippereinrichtung mit Lufteingasung (22') oder einer Strippereinrichtung mit Sättigungsdampfeindüsung (21) in Reihe geschaltet wird.

15 8. Verfahren nach Patentanspruch 2 bis 7, wobei dem Prozesswasser (18) stromaufwärts des Strippereinrichtung (21, 22, 22') Lauge (19) zugegeben wird.

20 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die PCA eine Umkehrosmose (23) zur Abscheidung von Schadstoffen, Salzen etc. enthält.

25 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die biologische Aufbereitung in einer Perkolationsanlage (4), einer Pulperanlage (5) oder in einer Fermentationsanlage (6) erfolgt.

30 11. Verfahren nach Patentanspruch 10, wobei der PCA-Anlage (21, 22, 23 24) eine Ultrafiltration (13) des Prozesswassers (9.6) vorgeschaltet wird.

35 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Aufbereitung des

Prozesswassers (9.3) eine Ausfällung von Chloriden, Phosphaten etc. enthält.

5 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die biologische Aufbereitung des Prozesswassers (9.3) in einem Hybridreaktor (9) mit einem Festbett (9.2) erfolgt, der eine Schlammaustragseinrichtung (9.8) und/oder eine Einrichtung (9.11) zur Zerstörung einer Schwimmdecke aufweist.

10

14. Verfahren nach Patentanspruch 13, mit einer Einrichtung (9.13) zum Eindüsen von Luft/Sauerstoff (9.13.2) in den Kopf des Hybridreaktors (9).

15

15. Verfahren nach Patentanspruch 13 oder 14, wobei der Hybridreaktor (9) eine Gaseinpresseinrichtung (9.15) zur periodischen Beaufschlagung eines entstehenden Schlammbettes (9.2.1) und des Festbettes (9.2) mit Scherkräften hat.

20

16. Verfahren nach Patentanspruch 13, 14 oder 15, wobei in einem Entschwefelungsraum (9.12) des Hybridreaktors (9) das entstehende Biogas entschwefelt wird.

25

17. Verfahren nach einer der Patentansprüche 11 und 12 enthaltenden Kombination, wobei ein Teil des bei der Ultrafiltration (13) anfallenden Feststoff-Wassergemisches (16.1) als Impfschlamm (16.3) stromabwärts der Fällung zugegeben wird.

30

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Aufbereitung des Prozesswassers (4.3) eine Flotationstrennung (14) zum Austragen von Feststoffen enthält.

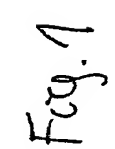
35

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Aufbereitung des Prozesswassers (14.1.10) eine der biologischen Prozesswasseraufbereitung vorgeschaltete Sandwaschstufe (14.2) enthält.

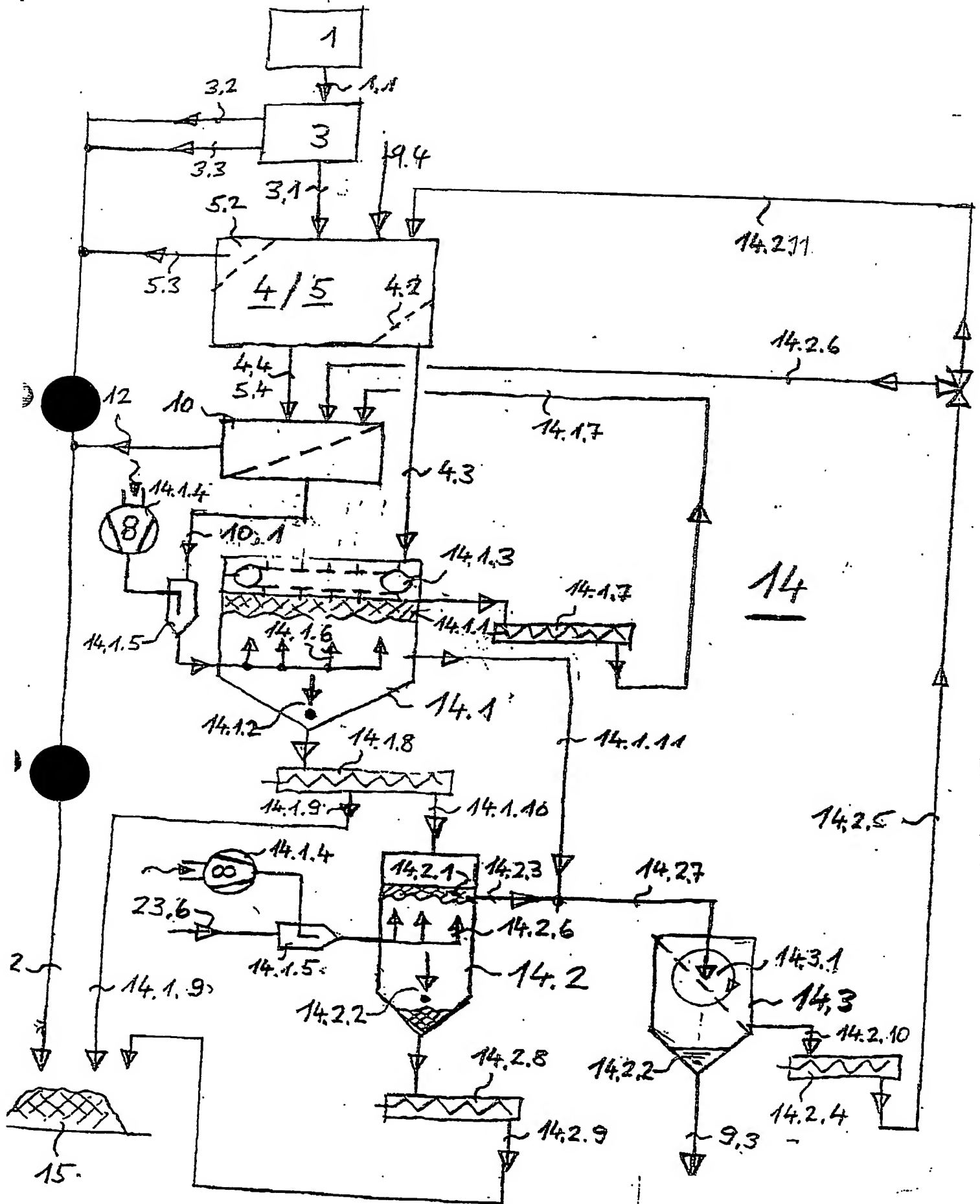
20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Sandwäsche (14) eine Sandabsatz- und Ausfällungsanlage (25) zum Absetzen von feinstem Sand und zum Ausfällen von Phosphaten, Inertstoffen usw. nachgeschaltet wird.

21. Hybridreaktor, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einem Festbett (9.2), einer Schlammaustragseinrichtung (9.8) und einer Einrichtung (9.11) zur Zerstörung einer Schwimmdecke.

22. Hybridreaktor mit einem Entschwefelungsraum (9.12) und einer Eindüseinrichtung (9.13) zum Eindüsen von Luft/Sauerstoff zum Entschwefeln des entstehenden Biogases.



15



3/9

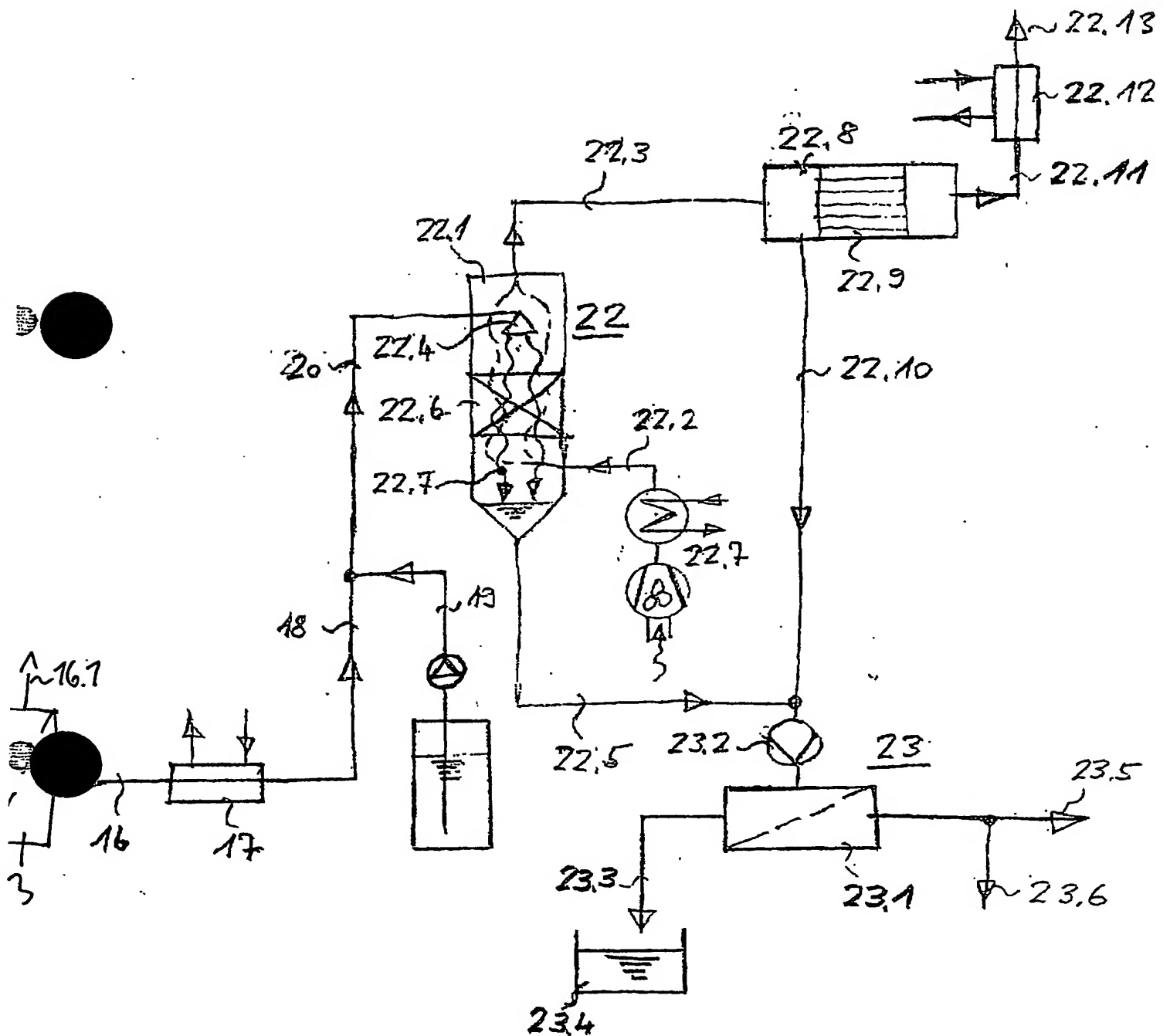


Fig. 3

4/9

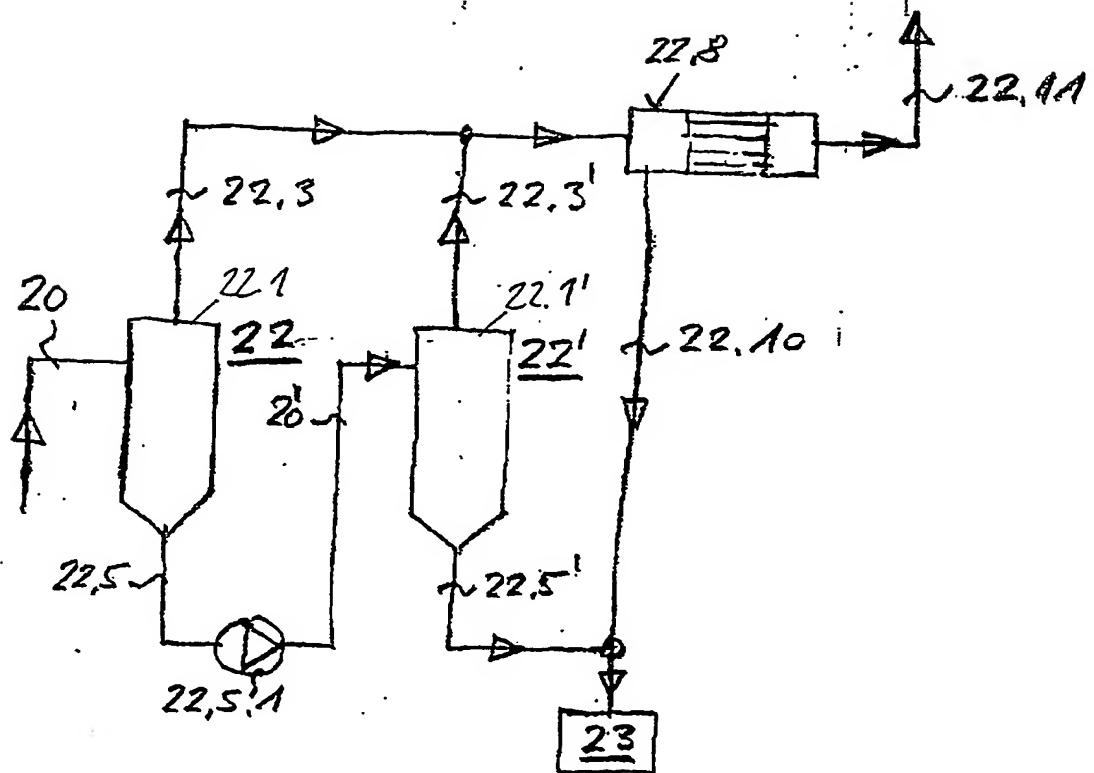


Fig. 3.1

5/9

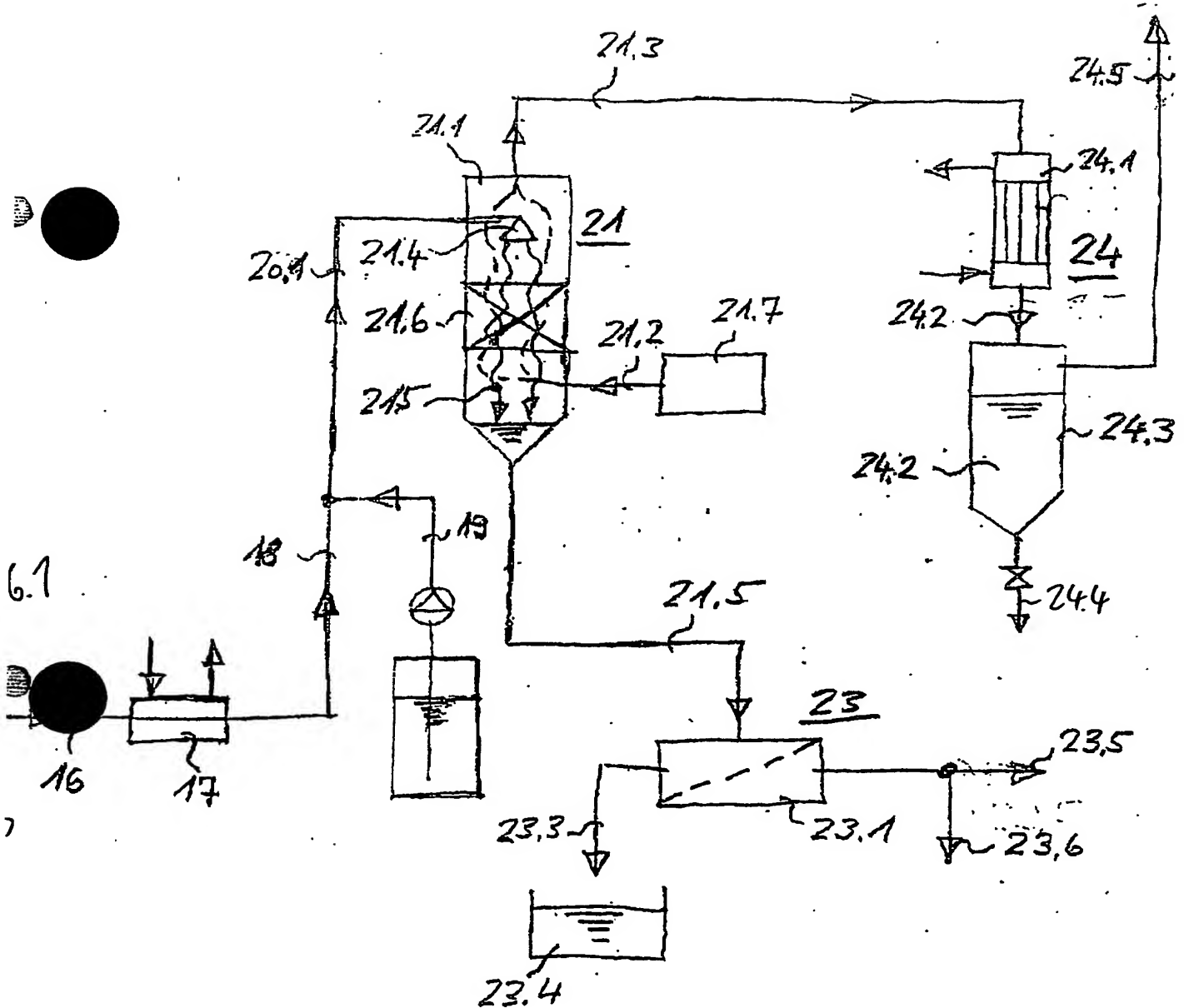


Fig. 4

6/9

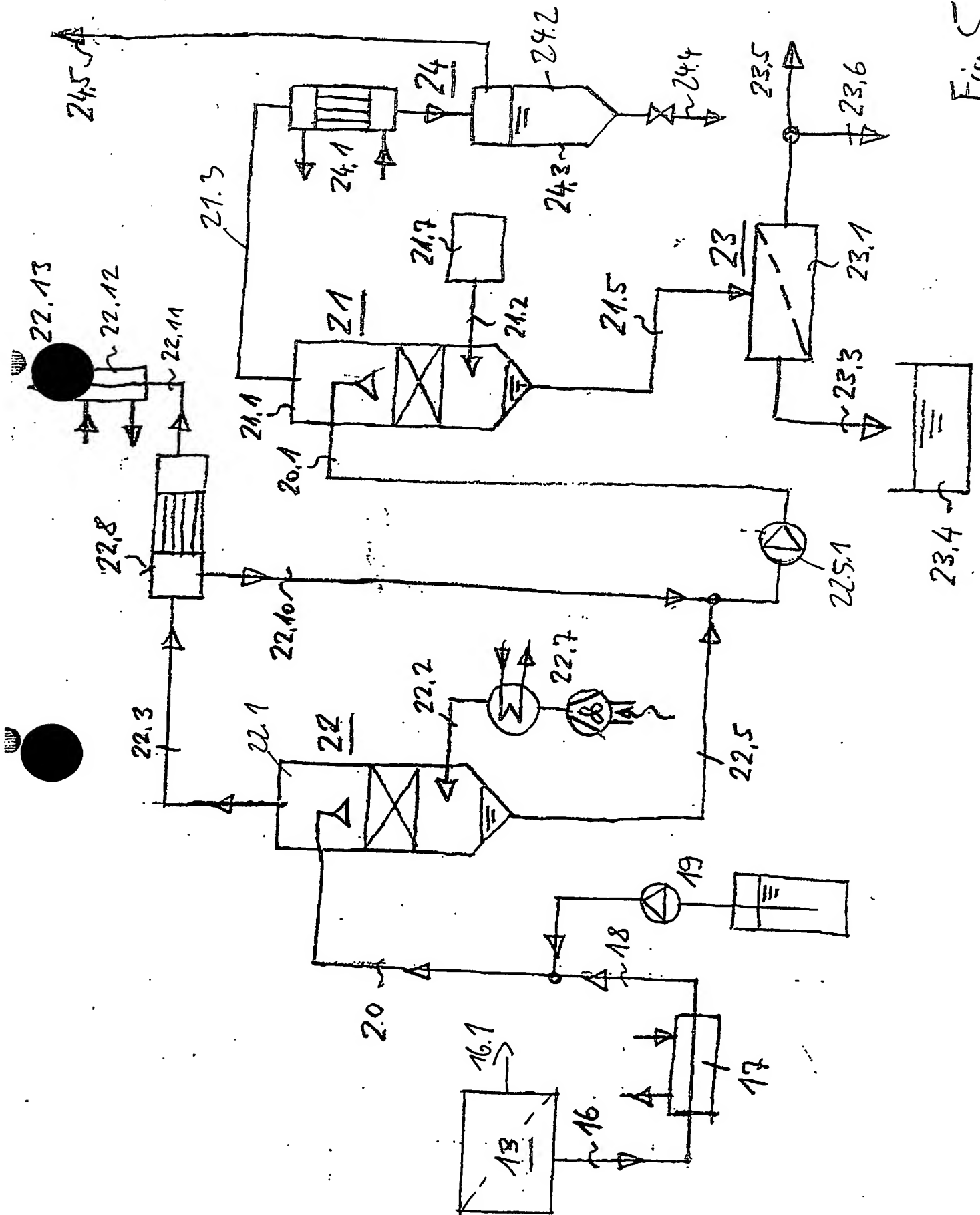


Fig. 5

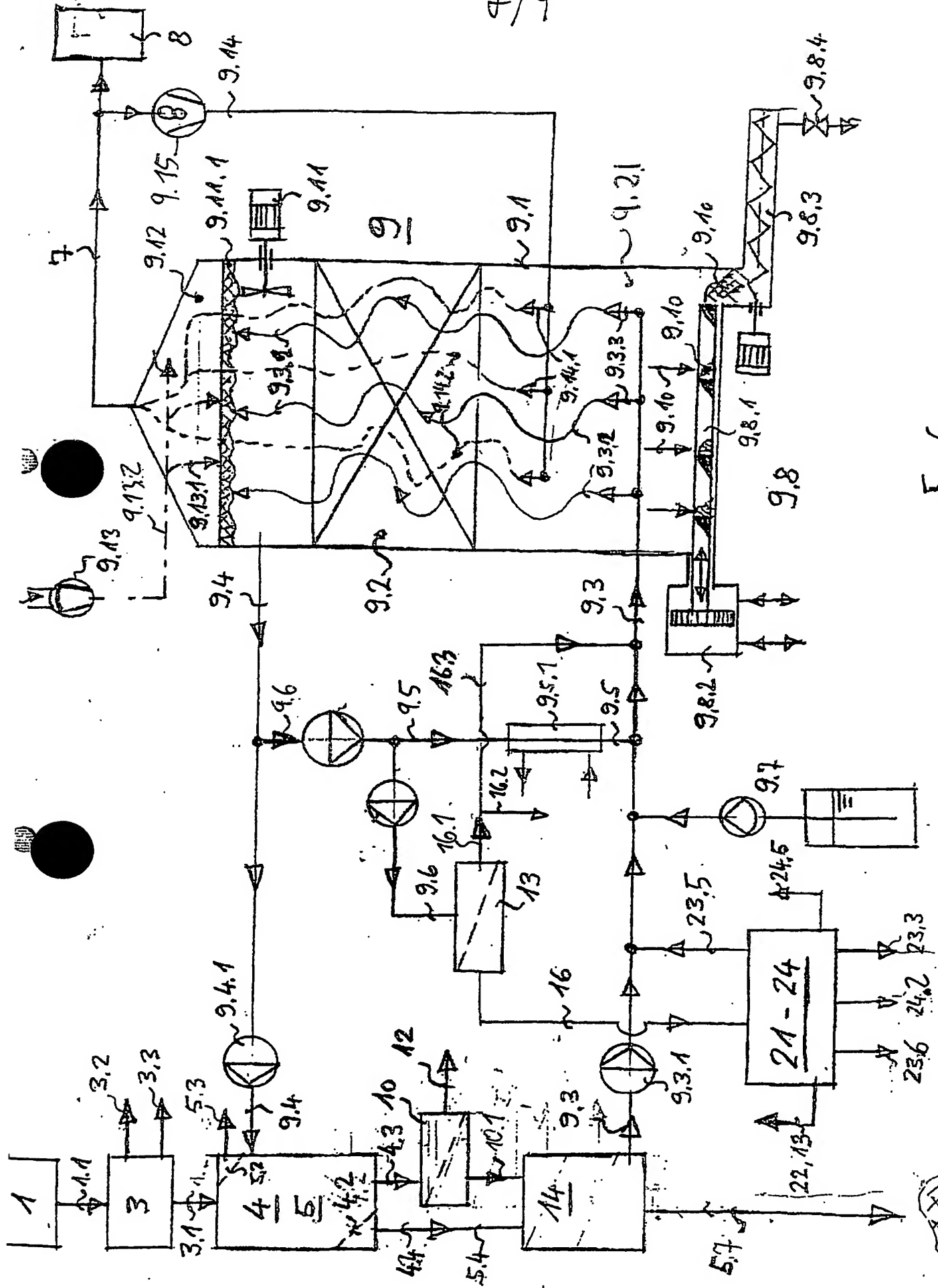
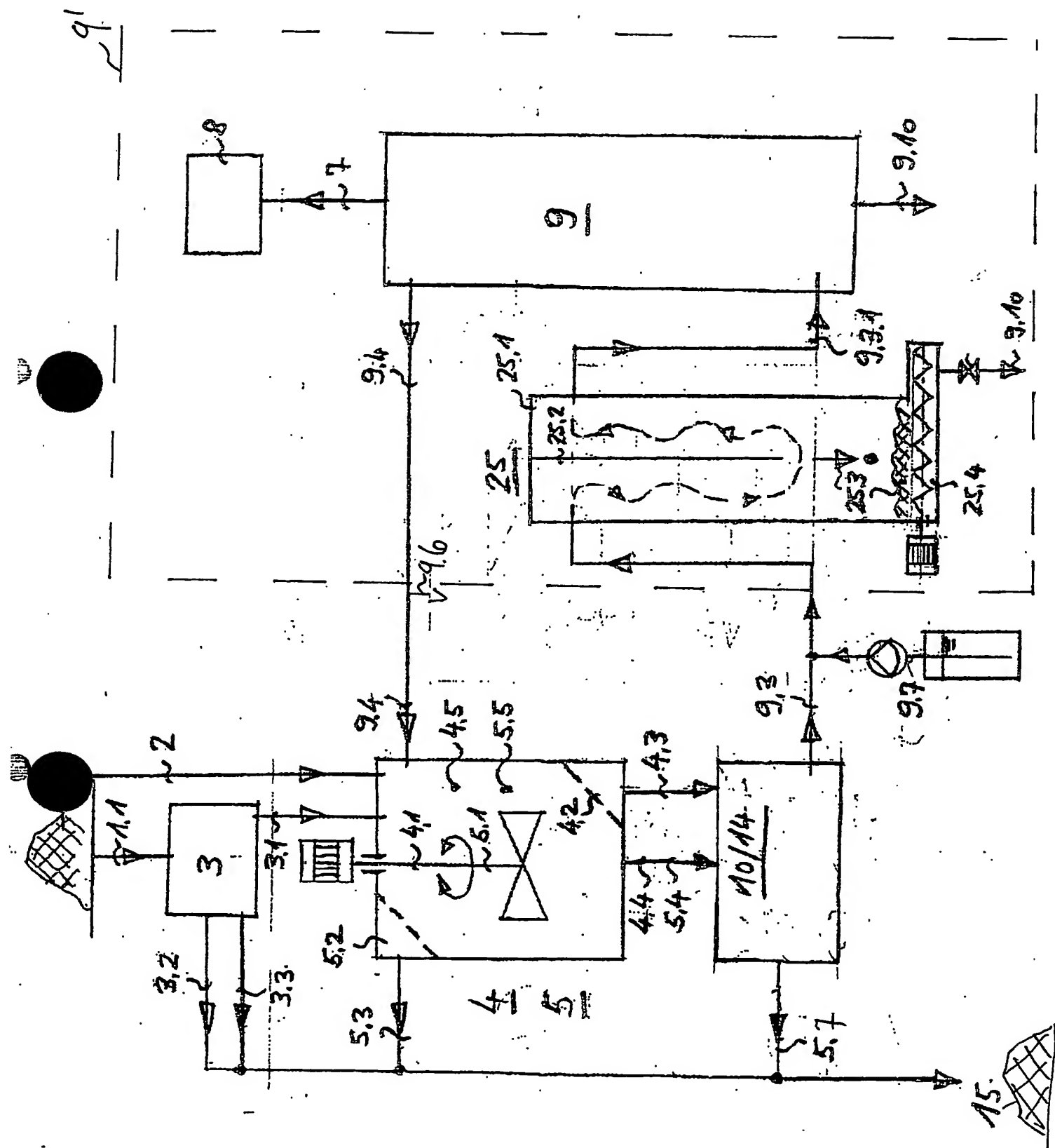


Fig. 6



9/9

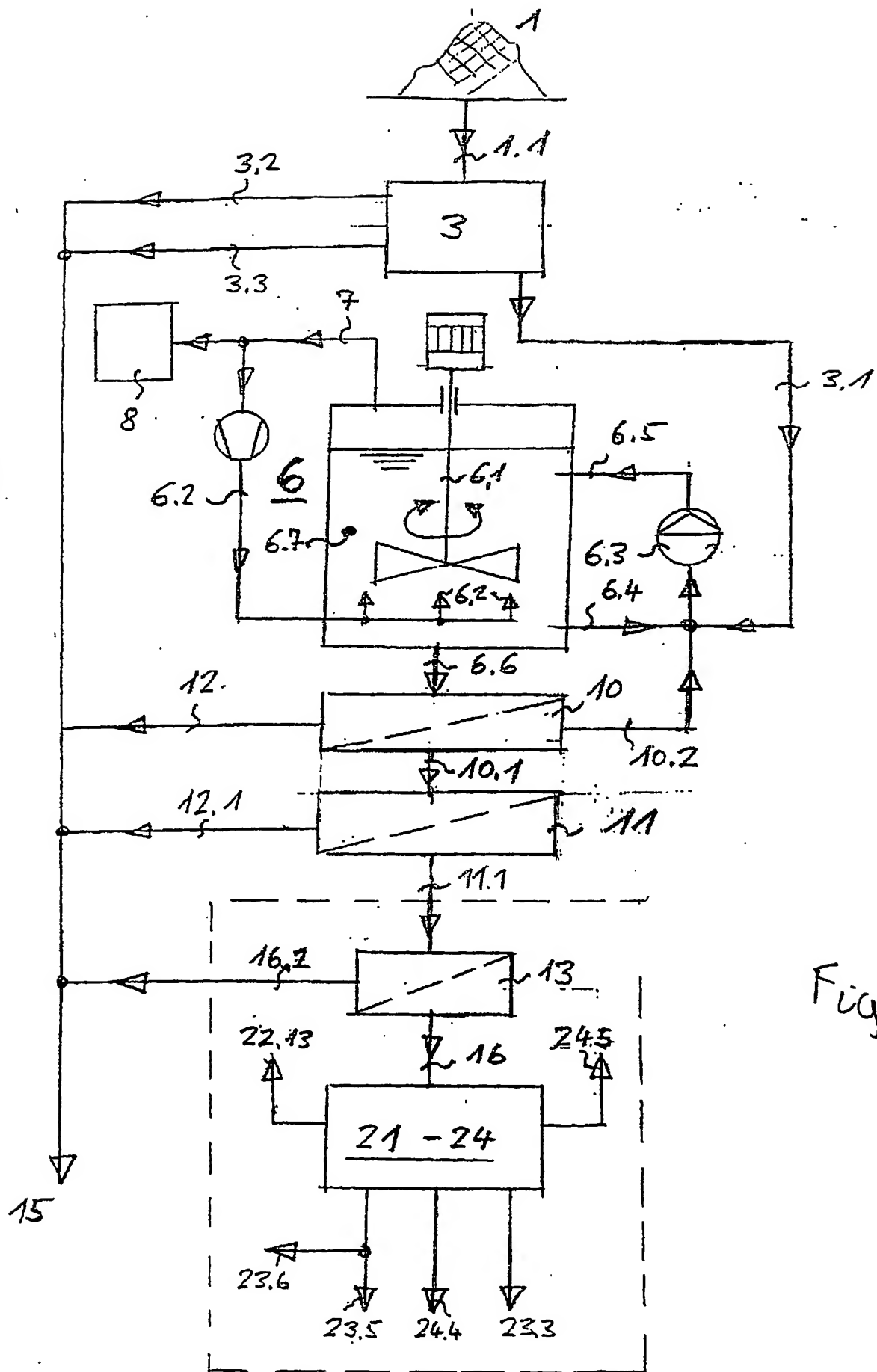


Fig. 8

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**